Работа с виртуальными приборами
в программной среде NI Circuit Design Suite — Multisim 12.0. Часть 1

При проектировании современных радиоэлектронных устройств невозможно обойтись без компьютерных методов разработки ввиду сложности и объемности выполняемых работ. Создание радиоэлектронных устройств требует высокой точности и глубокого анализа, в связи с чем возникает необходимость применения на стадии проектирования современных программных средств.
Программа Multisim предназначена для схемотехнического проектирования электронных средств и содержит практически все основные элементы электронных цепей. Удобство применения этого пакета при моделировании электронных устройств заключается в отображении на экране монитора схемы исследуемого устройства и контрольно-измерительных приборов, передние панели которых с органами управления максимально приближены к их промышленным аналогам. Концепция виртуальных приборов — простой и быстрый способ увидеть результат с помощью имитации реальных событий.

Татьяна КОЛЕСНИКОВА
beluikluk@gmail.com

Введение

Multisim используется в мире программного обеспечения для проектирования электрических схем, их тестирования и отладки. В комплект продуктов NI Circuit Design Suite входят средства для создания электрических схем, а также для разработки и трассировки печатных плат на профессиональном уровне.

Программа Multisim представляет собой настоящую лабораторию схемотехнического моделирования, которая благодаря простому и удобному интерфейсу позволяет с легкостью моделировать сложные принципиальные схемы и проектировать многослойные печатные платы. В распоряжении пользователей широкий набор библиотечных компонентов, параметры и режимы работы которых можно изменять в широком диапазоне значений. При подготовке данного цикла статей, посвященных описанию приемов работы с виртуальными инструментами, использовалась программная среда Multisim 12.0. В этой версии значительно увеличены объем и качество библиотек компонентов: по отношению к версиям 10.0 и 11.0 были добавлены более чем 1500 компонентов, новые биполярные источники тока и напряжения, жидкокристаллические графические индикаторы. В пакете присутствуют также источники тока и напряжения с воздействием различной формы, функциональные преобразователи сигналов (перемножители, делители сигналов), устройства на основе операционных усилителей, цифровые элементы, электромеханические и ВЧ-компоненты, которые не всегда есть в других подобных программах, таких как Proteus и Crocodile Technology. Multisim 12.0 устойчиво работает под управлением Windows XP/Vista/7 (32/64 бит).

Рассматриваемая программа позволяет подключать к схеме, разработанной в ее среде, виртуальные приборы — программные модели контрольно-измерительных приборов, которые соответствуют реальным. Использование виртуальных приборов в Multisim (осциллографов, генераторов сигналов, сетевых анализаторов и т. п.) — это простой и понятный метод взаимодействия со схемой, почти не отличающийся от традиционного при тестировании или создании радиоэлектронного устройства. Но все же у данной системы есть и недостаток — небольшой выбор компонентов библиотеки микроконтроллеров, в состав которой входят лишь следующие представители: x8051, x8052, PIC16F84, PIC16F84A. Причем состав этой библиотеки не изменялся начиная с версии 10.

Работа с виртуальными приборами в Multisim

Использование виртуальных инструментов — самый простой способ проверить поведение модели разработанной схемы. В программной среде Multisim виртуальные инструменты представлены в виде пиктограмм, которые подключаются к разрабатываемой схеме, и панелей инструментов, на которых устанавливаются параметры прибора. Окно программы представлено на рис. 1. В Multisim доступны для использования следующие виртуальные инструменты:

- мультиметр;
- функциональный генератор;
- ваттметр;
- осциллограф;
- четырехканальный осциллограф;
- плоттер Боде;
- частотомер;
- генератор слов;
- логический анализатор;
- логический преобразователь;
- характериограф;
- измеритель нелинейных искажений;
- анализатор спектра;
- панорамный анализатор;
- токовый пробник;

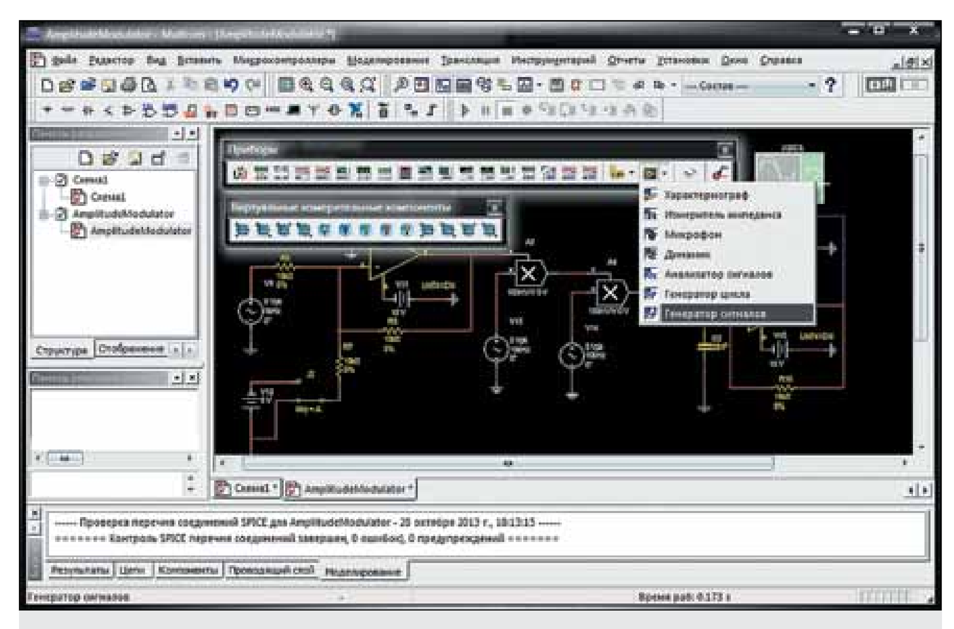


Рис. 1. Окно программы Multisim

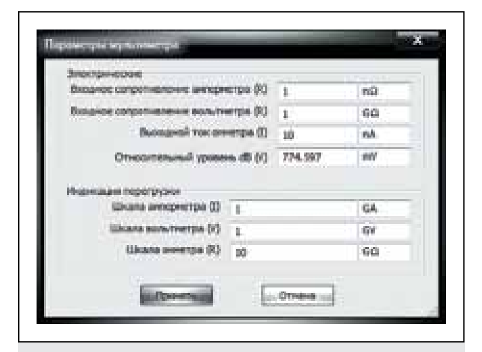


Рис. 3. Окно «Параметры мультиметра»

- функциональный генератор Agilent;
- мультиметр Agilent;
- осциллограф Agilent;
- осциллограф Tektronix;
- измерительный пробник;
- приборы LabVIEW (характериограф, измеритель импеданса, микрофон, динамик, анализатор сигналов, генератор цикла, генератор сигналов).

Все представленные выше инструменты находятся на панели инструментов «**Приборы**». Также для измерений доступны такие инструменты, как вольтметр и амперметр, которые находятся на панели инструментов «**Виртуальные измерительные компоненты**».

Опишем принцип работы с виртуальными приборами в Multisim.

Чтобы добавить виртуальный прибор в рабочее поле программы, необходимо нажать на его пиктограмму на панели «**Приборы**» и перетащить ее с помощью мыши в необходимое место на схеме. Чтобы отобразить лицевую панель прибора, необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на пиктограмме прибора на схеме. Принцип соединения виртуальных инструментов с элементами схемы такой же, как и для других компонентов. В каждой схеме может использоваться много приборов, в том числе и копии одного и того же прибора. Кроме того, у каждого окна схемы может быть свой набор инструментов. Каждая копия прибора настраивается и соединяется отдельно.

Рассмотрим подробно работу с каждым из виртуальных инструментов в Multisim.

Мультиметр

Мультиметр предназначен для измерения переменного или постоянного тока или напряжения, сопротивления или затухания между двумя узлами схемы. Диапазон измерений мультиметра подбирается автоматически. Его внутреннее сопротивление и ток близки к идеальным значениям, но их можно изменить.

На рис. 2 представлена лицевая панель мультиметра и его пиктограмма. Рассмотрим лицевую панель мультиметра более подробно. В верхней части панели находится окно «**Результаты измерений**». Ниже этого окна расположено четыре кнопки опций измерений, которые используются для выбора типа измерений: «**Амперметр**», «**Вольтметр**», «**Омметр**», «**Уровень децибел**». Работа с данным прибором достаточно проста. К примеру, для измерения тока, протекающего через цепь в ветке между двумя узлами, необходимо нажать кнопку «**Амперметр**» и включить мультиметр последовательно с цепью, как и реальный амперметр. Если существует необходимость одновременно измерить ток другого узла цепи, надо включить в нее другой амперметр. Ниже кнопок опций измерений находятся две кнопки режима измерений. Кнопка, на которой отображена прямая линия, используется для измерения постоянного тока и напряжения. Кнопка с синусоидой предназначена для измерений среднеквадратичных напряжений или токов

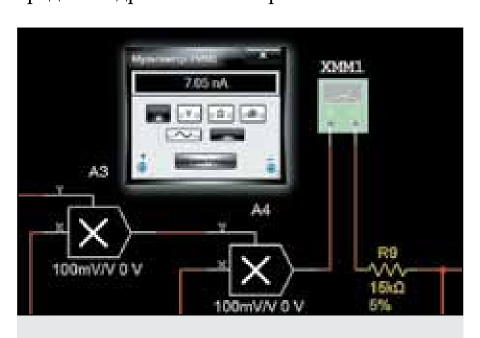


Рис. 2. Лицевая панель мультиметра и его пиктограмма на схеме

сигналов переменного напряжения. В нижней части лицевой панели мультиметра находится кнопка «**Параметры**», после нажатия на которую открывается диалоговое окно «**Параметры мультиметра**» (рис. 3), в котором можно настроить такие параметры, как входные сопротивления амперметра и вольтметра, выходной ток омметра, относительный уровень децибел, индикация перегрузки шкалы амперметра, шкалы вольтметра, шкалы омметра. В нижнем левом и правом углах мультиметра расположены входные клеммы. Для вступления в силу внесенных изменений необходимо нажать на кнопку «**Принять**», которая находится в нижней части диалогового окна.

Генератор слов

Генератор слов предназначен для генерации 32-разрядных двоичных слов и используется для отправки цифрового слова или битового шаблона в схему при симуляции цифровых схем. На рис. 4 представлена пиктограмма генератора на схеме и его лицевая панель, с помощью которой производятся настройка параметров и просмотр результатов генерации. Левые выводы генератора соответствуют младшей части 16 бит 32-разрядного битового слова, а правые выводы — старшей части. Вывод R — вывод готовности данных (после каждого удачно сгенерированного слова на этот вывод отправляется логическая единица). Вывод R позволяет схеме узнать, что данные из генератора слов готовы. Вывод T — это вывод внешней синхронизации.

Рассмотрим более подробно интерфейс лицевой панели генератора слов. Генерируемые слова отображаются в буфере вывода, окно которого расположено в правой части лицевой панели генератора. Ввод слов в буфер может производиться и вручную. Каждая горизонтальная строка отображает одно слово. Тип числа, которое отображается в буфере вывода, зависит от того, в какую позицию установлен переключатель в поле «**Отображение**». Число может принимать шестнадцатеричное, десятичное, двоичное или ASCII значение. После запуска генератора сформированная строка бит посылается параллельно на соответствующие выводы прибора (от 0 до 31), а также отображает-

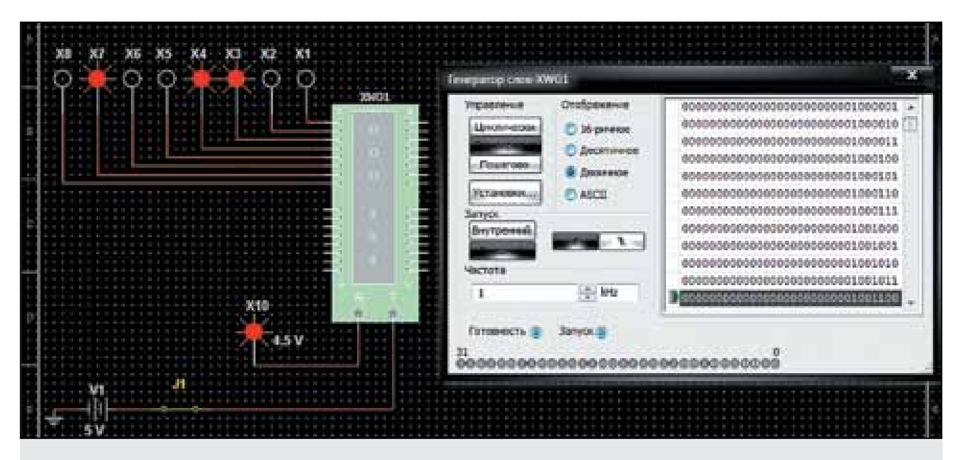


Рис. 4. Лицевая панель генератора слов и его пиктограмма на схеме (момент генерации двоичного слова 01001100 в буфере вывода)

ся в нижней части лицевой панели (строка представляет выходные выводы генератора слов). В левой части панели генератора слов находится окно «**Управление**», в котором размещены следующие кнопки:

- «**Циклически**» — генерирование слов происходит до тех пор, пока не будет остановлено моделирование;
- «**Однократно**» — генерируется последовательность слов с начальной до конечной позиции (для создания начальной и конечной позиции слов необходимо в окне буфера вывода выбрать при помощи левой кнопки мыши строку с необходимым значением и вызвать при помощи правой кнопки мыши контекстное меню, в котором выбрать пункт «**Установить начальный шаг**» или «**Установить конечный шаг**»);
- «**Пошагово**» — используется для отправки в схему только одного слова за один раз;
- «**Установки…**» — после нажатия на данную кнопку открывается одноименное окно свойств буфера вывода (рис. 5). В левой части окна в поле «**Конфигурация**» посредством установки переключателя можно выбрать одну из следующих опций:
  - «**Без изменений**»;
  - «**Загрузить**» — загружает последовательность слов из файла шаблона, который был сохранен ранее;
  - «**Сохранить**» — сохраняет последовательность слов в файл-шаблон с расширением *.dp*;
  - «**Очистить буфер**» — обнуляет содержимое буфера вывода;
  - «**Вверх**» — заполняет буфер последовательностью слов, начиная со значения, указанного в поле «**Инициализировать конфигурацию**» (каждое следующее сгенерированное значение слова на единицу больше предыдущего);
  - «**Вниз**» — заполняет буфер последовательностью слов, начиная со значения, указанного в поле «**Инициализировать конфигурацию**» (каждое следующее сгенерированное значение слова на единицу меньше предыдущего);
  - «**Вправо**» — заполняет буфер последовательностью слов, начиная со значения, указанного в поле «**Инициализировать конфигурацию**» (каждое следующее сгенерированное значение слова сдвигается вправо на один разряд);
  - «**Влево**» — заполняет буфер последовательностью слов, начиная со значения, указанного в поле «**Инициализировать конфигурацию**» (каждое следующее сгенерированное значение слова сдвигается влево на один разряд).

После того как опция выбрана, необходимо нажать на кнопку «**Принять**».

Частота генерации слов задается в диапазоне от 1 Гц до 1000 МГц в поле «**Частота**» окна лицевой панели генератора слов. Запуск генератора может производиться как внутренним, так и внешним сигналом синхронизации (по фронту или по спаду сигнала), выбор которого производится в поле «**Запуск**» при помощи кнопок «**Внутренний**», «**Внешний**».

На рис. 4 запечатлен момент генерации двоичного слова 01001100 в буфере вывода. Сразу же после генерации слово поступило на выводы генератора слов (к выводам для наглядности подключены красные пробники, которые и отображают значение логических сигналов на выходах 0–7 генератора слов). Обратите внимание на то, что значение сгенерированного слова в буфере вывода соответствует снятому при помощи пробников значению выводов генератора. На выводе R в момент генерации слова появился положительный сигнал готовности данных, что также видно из рисунка.

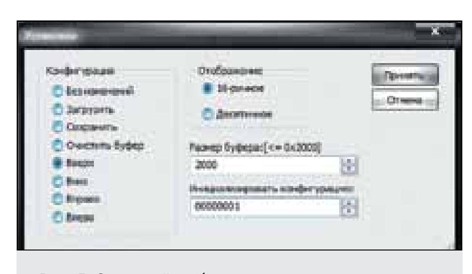


Рис. 5. Окно свойств буфера вывода

Красные пробники также можно отнести к виртуальным инструментам программной среды Multisim. Принцип их работы таков: при появлении сигнала логической единицы на входе пробник отображается на схеме красным цветом. Если же на входе логический ноль, пробник бесцветен. Красные пробники находятся на панели инструментов «**Виртуальные измерительные компоненты**».

Логический анализатор

Логический анализатор предназначен для отслеживания состояния логических элементов цифровых электронных устройств при разработке больших систем, а также для выявления неисправностей. Для съема сигналов с исследуемой схемы логический анализатор имеет 16 выводов. Помимо этого данный виртуальный прибор оснащен тремя входами запуска:

- C (внешняя синхронизация);
- Q (избирательный вход запуска);
- T (маскированный вход запуска).

Внешний вид логического анализатора и его лицевая панель представлены на рис. 6. Рассмотрим лицевую панель более подробно. Шестнадцать переключателей в левой части панели соответствуют шестнадцати каналам съема сигналов. Переключатели становятся активными в том случае, если выводы анализатора подключены к узлам цифровой схемы; в противном случае, когда каналы анализатора свободны, переключатели не активны. В следующей колонке отображены имена узлов схемы, соответствующие подключенным к ним каналам анализатора. После запуска симуляции схемы логический анализатор снимает входные значения со своих выводов и отображает полученные данные в виде прямоугольных импульсов на часовой диаграмме во временной области лицевой панели. Вывод значений начинается с канала 1. В нижней части временной области отображаются сигналы, полученные со входов запуска анализатора. Также прибор оснащен двумя курсорами, предназначенными для проведения измерений во временной области. В нижней части лицевой панели рассматриваемого прибора расположена панель управления, в левой части которой находятся три кнопки:

- «**Стоп**» (остановить анализ);
- «**Сброс**» (очистить экран временной области);
- «**Экран**» (инвертировать цвет экрана временной области).

В центральной части панели управления находится окно показаний курсора, в котором расположены три поля:

- «**T1**» (показания курсора T1);
- «**T2**» (показания курсора T2);
- «**T2–T1**» (временной сдвиг между курсорами).

Кнопки стрелок позволяют изменять значения показаний курсора в большую или в меньшую сторону. Код позиции курсора

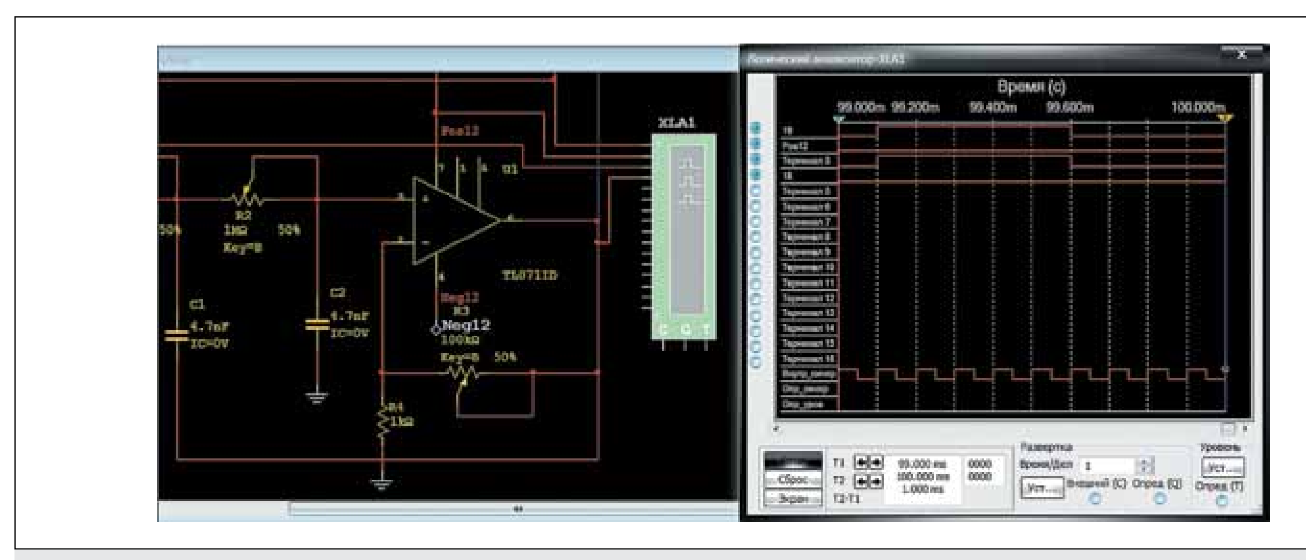


Рис. 6. Внешний вид логического анализатора и его лицевая панель

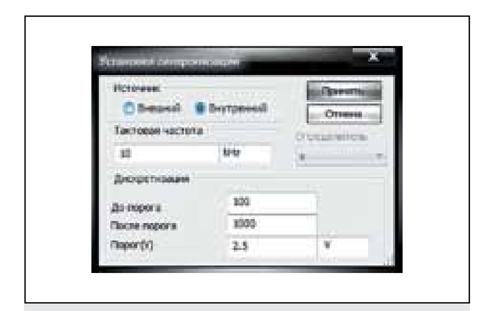


Рис. 7. Окно установки синхронизации

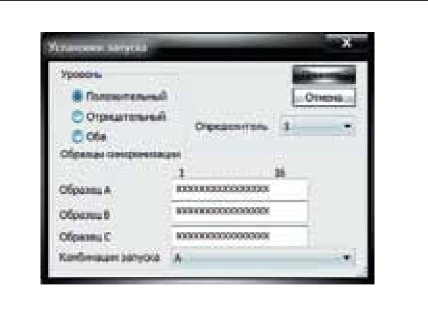


Рис. 8. Окно установки запуска

отображается в поле, которое расположено за полем показаний курсора.

В правой части панели управления находится окно «**Параметры запуска**», в котором в поле «**Время/Дел**» можно задать число тактов часовой диаграммы на деление. Настройку параметров тактирования входных сигналов можно произвести при помощи кнопки «**Установка**», которая расположена в группе «**Развертка**» окна «**Параметры запуска**». После нажатия на эту кнопку откроется окно «**Установки синхронизации**» (рис. 7), в котором настраиваются следующие параметры:

- источник синхроимпульсов (внешний или внутренний) — параметр задается при помощи установки переключателя в нужную позицию;
- тактовая частота — устанавливается путем ввода значения с клавиатуры в данное поле;
- определитель — задается активный уровень сигнала синхронизации (0 или 1);
- дискретизация — задаются параметры выборки сигналов до порога, после порога, а также пороговая величина.

Настройка дополнительных условий запуска анализатора производится в окне «**Установки запуска**» (рис. 8), которое можно вызвать из окна «**Параметры запуска**» при помощи кнопки «**Установка**», которая находится в группе «**Уровень**». В окне настраивается маска, по которой осуществляется фильтрация логических уровней и синхронизация входных сигналов. Для вступления в силу внесенных изменений необходимо нажать на кнопку «**Принять**».

Заключение

Программная среда Multisim предоставляет большое количество виртуальных инструментов, которые можно использовать для измерений и исследования поведения разрабатываемых электрических схем. Принцип работы всех инструментов Multisim (подключение к схеме, использование) идентичен принципу работы реальных аналогов этих приборов. При всей своей простоте в использовании данный программный продукт является надежным помощником по схемотехнике для автоматического создания цепей и узлов, в состав которого входят более 16 000 компонентов, сопровождаемых аналитическими моделями, с возможностью изменения параметров «на лету» и полный набор средств анализа. Необходимо отметить, что программная среда Multisim полностью соответствует стандартам IEEE.

Литература

1. NI Circuit Design Suite — Getting Started with NI Circuit Design Suite. National Instruments. January 2012.
2. Технология виртуальных приборов компании National Instruments. National Instruments. 2013.
3. NI Multisim — Fundamentals. National Instruments. January 2012.
4. Professional edition release notes NI Circuit Design Suite Version 12.0.1. National Instruments. 2012.